

25 BLAARBESPUITINGS

Plante verkry al hul nie gas-behoeftes deur die wortels. Maar die meeste plantorgane, insluitende houtagtige dele kan ook voedingstowwe vanuit oplossings absorbeer (Wittwer, 1963). Alhoewel die blare slegs klein hoeveelhede kan opneem, is blaarbespuitings 'n waardevolle metode om voedingstowwe aan te vul. Die effektiwiteit van blaarbespuitings is egter baie hoër as die van grondtoedienings (Eichert et al, 1999) veral ten opsigte van die mikro-elemente soos koper en sink.

Blaarbespuitings is 'n hulpmiddel en word om die volgende twee hoofredes redes gebruik.

- Waar die voorsiening van voedingstowwe deur die wortelstelsel nie voldoende is nie. Dié voorsiening kan te min wees omdat die wortels siek is (*Phytophthora* of nematodes), die elemente deur toestande in die grond vasgelê word (hoë pH, vry kalk, klei en lae pH) of omdat die beweging van die elemente in die bome beperk word (vergroening en Zn).
- Waar die fisiologie van die bome gemanipuleer moet word om 'n spesifieke resultaat te lewer. By voorbeeld ureum vir vrugset en MAP vir vermindering in suurinhoud van die vrugte.

Blaarbespuitings kan gebruik word om die toedienings op die grond te vervang, maar dit is onprakties en het gewoonlik 'n negatiewe effek as gevolg van bykomende faktore soos dat die ander komponent in ureum (biuret) toksies raak. Om 250g N per boom toe te dien is 5 bespuitings met 1000g lae buiret ureum teen 100% effektiwiteit nodig. Blaarbespuitings word dus net vir aanvullings en vir spesifieke ingrepe aangewend.

Blaarbespuitings kan dan ook gebruik word om gedeeltes van die kunsmis wat op die grond toegedien sou word, te vervang. Dit is veral handig indien stikstof na Januarie/Februarie aangevul moet word. Met blaarbespuitings is die respons vinnig en die residuele effek van stikstof veel kleiner as

met grondtoedienings. Die aanvulling met 'n blaarbespuiting van stikstof kan dus met 'n geruster hart gedoen word want die effek op kleurbreek is klein. Deur die konsentrasie te verminder, word minder stikstof toegedien en is die nadelige effek nog kleiner.

Lewende selle is negatief ten opsigte van die omgewing gelaai. Katione beweeg dus na die binnekant van die bome totdat die elektriese gradiënt en die kinetiese gradiënt in ewewig is. Katione word dus aktief (K^+ , Ca^{++} en Mg^{++}) en anione passief tot op die oppervlak van die blaar aangetrek. Van hieraf hang dit van ander faktore af hoe maklik of sterk die betrokke element deur die blaar opgeneem sal word. Faktore wat die fisiologie van die bome benadeel, veral tydens bot, blom en vrugset sal ook produksie benadeel. Dit is waar blaarbespuitings 'n waardevolle rol speel om stres vinnig gedurende 'n bepaalde tyd te verlig.

In kommersiële verbouing van sitrus behoort blaarbespuitings opbrengs onder die volgende toestande te verbeter.

- Wanneer die gevaar dat 'n element deur die grond vasgelê sal word, groot is.
- Wanneer dit nodig is om tekorte vinnig reg te stel, veral gedurende die vorming-stadiums van die ontwikkelende vrugte. Die reaksietyd van blaarbespuitings is sekondes en meestal is dit wat moet opgeneem kan word, binne 15 minute opgeneem.
- Wanneer die wortelstelsel siek en ondoeltreffend is.
- Wanneer onkruid die opname deur die grond kan verminder.
- Wanneer die voorsiening van 'n element op 'n kritiese stadium te min is.
- Om die fisiologie van die bome te manipuleer.

Die basies vereistes vir suksesvolle blaarbespuitings is;

- Massa van die element wat per blaar geabsorbeer word.
- Formulasie.

- Kontak.

Massa wat per blaar geabsorbeer word

Een van die belangrikste faktore wat die doeltreffendheid van blaarbespuitings bepaal is die massa materiaal wat per boom of per ha toegedien word. Daarom is die eerste stap in die evaluasie van formulasies vir blaarbespuitings die berekening van die potensiaal van dié middels om die konsentrasie van die betrokke element te verhoog. Volgens Embelton (in Citrus Industry Vol 2) het 'n volwasse sitrusboom gemiddeld 4750g droë massa blare.

Dus indien die konsentrasie van kalium in die blare met 0,25% verhoog moet word, moet $0,25 \times 4750g = 12g$ K per boom geabsorbeer word. Indien daar 416 bome per ha is, is dit nodig om 4992g K per ha toe te dien. Die opname van die toegediende kalium moet dan 100% wees, wat selde moontlik is. Die opname van kalium onder boordtoestande is egter slegs $\pm 25\%$. Dan moet 20kg K of 53kg kaliumnitraat per ha toegedien word. Normaalweg word 1500-2000 liter per ha uitgespuit. Teen 4000g kaliumnitraat per 100 liter water word dan 60kg kaliumnitraat of 22,5kg K toegedien. Die bespuiting behoort dus suksesvol te wees. Teen 1% kaliumnitraat word net 15g per boom voorsien sal dus nie die blaarstatus met 0,25% kan laat styg nie.

Tabel 56. Druppelgrootte teenoor die aantal bespuitings wat nodig is om 2000 liter water op die blare van volwasse bome te plaas.

| Druppelgrootte in mikron (of in mm) | Aantal bespuitings |
|-------------------------------------|--------------------|
| 60 (0,06) | 3639 |
| 500 (0,50) | 6 |
| 1000 (1,00) | 1 |

Die ideale druppelgrootte vir blaarvoeding is 500 tot 1000 mikron of 0,50 tot 1,00 mm. Vir plaagdoders wat toegedien word om die blare te bedek is die ideale druppelgrootte 300 tot 500 mikron.

Die optimale druppelgrootte vir lokaas is 4 tot 6mm deursnit.

Die druppelgrootte word bepaal deur die druk waarteen gespuit word, die grootte van die openinge en warrelplaatjies (Tabel 57).

'n Blaarbespuiting met 4% kaliumnitraat kan die blaarstatus, direk na bespuiting egter met meer as 100% verhoog maar, teen 'n effektiwiteit van 30 tot 40%. Bymiddels kan die effektiwiteit van die opname verbeter (Tabel 18).

Om die sinkstatus van die blare met 20mg Zn/kg te verhoog, moet dus $20 \times 4,75 = 95mg$ Zn per boom of $20 \times 4,75 \times 416 = 39\,520mg$ Zn per ha geabsorbeer word. Teen 'n effektiwiteit van 25% moet 380mg Zn per boom en 158g Zn per ha toegedien word. Teen 1500 liter per ha en 150ml sinknitraat (5,5% Zn) per 100 liter water, word 124g sink per ha toegedien. Die bespuiting sal dus beswaarlik suksesvol kan wees.

Die massa wat per blaar toegedien kan word, hang af van die volume water wat op die oppervlak vasgehou kan word en die konsentrasie van die element in daardie water. Die volume hang weer af van die druppelgrootte.

Om 2000 liter water per ha op volwasse bome te plaas moet die regte druppelgrootte gekies word. Hoe kleiner die druppels hoe minder water kan op die blare vasgehou word en hoe meer keer moet gespuit word om die 2000 liter op te kry (Tabel 56).

Tabel 57. Die verband tussen die groottes van die gaatjies, warrelplaatjie en druk op die grootte van die druppels.

| Opening | Warrelplaat | Druk van 5 Bar | Druk van 7 Bar | Druk van 10 Bar | Druk van 15 Bar |
|-----------|-------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| D2 1 mm | 25 | 90 | 78 | 70 | 65 |
| D5 2 mm | 25 | 145 | 133 | 125 | 120 |
| D8 3,2 mm | 25 | 183 | 174 | 165 | 160 |
| D2 | 56 | 250 | 238 | 225 | 215 |
| D5 | 56 | 390 | 365 | 340 | 320 |
| D8 | 56 | 472 | 435 | 400 | 370 |

Druppels met 'n deursnee van 10 tot 40 mikron sal honderde meters ver dryf terwyl dié van 250 mikron sowat 2 tot 3 m ver dryf.

'n Druppel met 'n deursnit van 800mikron het agtkeer die volume van een met 'n deursnit van 400 mikron en 64 keer die volume van een met 'n deursnit van 200 mikron. Daarom sal klein druppels ook vinniger uitdroog as groot druppels want per volume het klein druppels 'n veel groter oppervlakte. Byvoorbeeld een milliliter kan verdeel word in 1 900 druppels met 'n deursnit van 1000

mikron of in 1 900 000 druppels met 'n deursnit van 100 mikron.

Formulasie

Onder die anorganiese draers van katione soos K, Ca en Mg is nitraat die doeltreffendste. In 'n studie met pampoene is gevind dat die opname van K deur die blare meer as dubbeld soveel K vanaf KNO_3 opneem as vanaf K_2SO_4 (Tabel 58, Chamel 1969).

Tabel 58. Vergelykende opnames van kalium uit drie kaliumsoute wat deur blaarbespuitings toegedien is.

| Bron | % K van wat toegedien en deur die blare opgeneem is | % van opgeneemde K wat na die res van die plant verplaas is |
|--------------------|---|---|
| Kaliumnitraat | 43,3 | 20,1 |
| Mono-kaliumfosfaat | 33,7 | 15,1 |
| Kaliumsulfaat | 19,4 | 13,2 |

Met Valencias is soortgelyke beter opname van kalium vanaf kaliumnitraat gevind (Tabel 59, Coetzee, ongepubliseerde data).

Tabel 59. Die verhoging in die toename van die konsentrasie kalium in die blare (% toename in hakkies), twee uur en 7 maande na bespuitings met 4% kaliumnitraat of 4% kaliumsulfaat in boorde met 'n optimale (A) en te lae kaliumstatus (B).

| Bron | %K in die blare voor bespuiting | %K in die blare 2 uur na bespuiting | %K in die blare 7 maande na bespuiting |
|--|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| Boord A-KNO ₃ | 1,22 | 2,31 (89%) | 1,55 (27%) |
| Boord A-K ₂ SO ₄ | 1,19 | 1,58 (33%) | 1,26 (6%) |
| Boord B-KNO ₃ | 0,65 | 1,86 (286%) | 0,72 (11%) |
| Boord B-K ₂ SO ₄ | 0,68 | 0,92 (35%) | 0,66 (-3%) |

Die beter opname van K vanaf kaliumnitraat kan toegeskryf word aan die teenwoordigheid van nitraatstikstof, lae soutindeks en die manipulasie van verskeie fisiologiese prosesse.

Die konsentrasie wat belangrik is, is nie die van die produk in sy onverdunde vorm nie maar wel die konsentrasie van die element in die oplossing waarmee gespuit word. Dit is die effektiewe konsentrasie vir die betrokke element. Die verdunning van die verskillende

produkte moet dus sodanig wees dat die maksimum konsentrasie van die element in die spuitoplossing teenwoordig is. Pas egter op vir brandskade indien die konsentrasie te hoog is.

Maatstawwe vir effektiewe konsentrasies vir blaarbespuiting van sitrus (en ook menige ander gewasse) kan bepaal word op grond van die konsentrasies van die elemente in bekende produkte wat reeds met welslae gebruik word (Tabel 60).

Tabel 60. Die effektiewe konsentrasie van 'n aantal elemente wat vir blaarbespuitings van sitrus suksesvol gebruik word.

| Produk | Inhoud van aktiewe element in die produk | Dosis g of ml per 100 liter water | Effektiewe konsentrasie in die spuitmengsel van die wateroplosbare komponent in mg per liter |
|----------------------|--|-----------------------------------|--|
| Sinknitraat | 5,5% | 150ml | 82mg Zn |
| Zn-EDTA | 10% | 100g | 100mg Zn |
| Solubor ^R | 20% | 150g | 300mg B |
| Mangaansulfaat | 23% | 200g | 460mg Mn |
| Kopersulfaat | 25% | 20g | 50mg Cu |
| Kaliumnitraat | 38% K | 4000g | 15200mg K |
| Ureum | 46% N | 1000g | 4600mg N |
| MAP | 26% P 12% N | 2000g | 5200mg P |
| MKP | 28% K 23% P | 2000g | 5600mg K 4600mg P |
| Magnesiumnitraat | 10% Mg 11% N | 1250g | 1250mg Mg |

Enige nuwe produk kan dus aan die hand hiervan getoets word. Indien die effektiewe konsentrasie minder as 80% van die gelyste konsentrasies is, het die produk nie veel kans om suksesvol te wees nie.

Bymiddels kan die opname bevorder, maar indien die effektiewe konsentrasie laer as 80% van die mikpunt is, moet daar goeie bewyse vir die eis bestaan.

Byvoegings wat die indringing van die voedingstowwe deur die blare kan verbeter, soos versuring, (beste by pH5,0 tot 6,0) en vermindering van die oppervlakspanning (benatters), sal opname bevorder. Benatters veroorsaak meestal dat nie druppels maar 'n film van die spuitoplossing op die blare gevorm word. Die film is dun en die volume water wat op die bome bly, is aansienlik minder en dus word 'n kleiner massa van die element toegedien. Die film droog ook vinniger af as groter druppels. Ureum is een bymiddel wat opname van kalium met tot 29% kan bevorder (Chamel, 1969). In Tabel 18 het ureum die effektiwiteit van KNO_3 van 30% tot 33% en fulviene van 30 tot 40% verhoog.

In onlangse proewe waar die effektiwiteit van anorganiese soute van mangaan- en magnesiumsulfaat asook sinkchloried met die organiese formulasies gebruik is, was die opname van die sulfate van magnesium en mangaan en sinkchloried die beste (Boaretto et al, 1999 en Thalheimer et al, 2002.). Ongelukkig was die nitrate van die drie soute

nie by die proewe ingesluit nie.

Kontaktyd

Opname van die elemente kan net plaasvind indien dit in oplossing is. Dus moet die oplossing wat die voedingselemente bevat, so lank moontlik op die blaaroppervlak bly, voordat dit uitdroog. Sowat 80% van die potensiële massa van die element word gedurende die eerste benattingsperiode opgeneem. Indien hierdie periode te kort is, word die effektiwiteit verminder. Wanneer 'n droë residu eers gevorm word, tree die "wette van kutikulêre penetrasie" inwerking wat bepaal hoeveel van die soute weer die kutikulêre laag sal penetreer (Schönherr, 1999). Die wet berus op die relatiewe humiditeit (RH) om die soute wat vereis word om die soute weer te laat oplos. Hiervolgens sal kalsiumchloried en magnesiumchloried by 33% RH, kaliumkarbonaat by 44% RH, kalsiumnitraat en magnesiumnitraat by 56% RH weer oplos. Soute soos di-kaliumfosfaat, mono-kaliumfosfaat, kaliumnitraat en die chelate asetaat, laktaat en propionaat van Ca benodig 'n RH van byna 100% om weer in oplossing te gaan. Nietemin vind kondensasie ook plaas wat dan vry water vorm waarin die residu op die oppervlak van die blaar kan oplos.

Die lengte van hierdie kontakperiode word bepaal deur verdamping en verdamping word bepaal deur humiditeit, temperatuur en druppelgrootte (Tabel 61).

Tabel 61. Die invloed van relatiewe humiditeit (RH), temperatuur en druppelgrootte op die tyd wat dit neem om 'n druppel uit te droog.

| RH % | Temperatuur °C | Druppelgrootte in mikron | Drogingstyd in sekondes |
|-------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 70 | 20 | 100 | 20 |
| 70 | 20 | 50 | 5 |
| 0 | 20 | 100 | 9 |

In die praktyk is 'n kontakperiode van 15 tot 20 minute moontlik en die minimum waarna gestreef moet word. Daarom is bespuitings gedurende die nag wanneer temperatuur laag en humiditeit hoog is, meer suksesvol as bespuitings gedurende die dag. Dit geld veral vir bespuitings met kalium-, magnesiumnitraat maar ook vir ureum. Spuit dus gedurende die nag of vroeg in die oggend wanneer die humiditeit hoër en die temperatuur laer is.

effektief as grondtoedienings is, is dit nogtans redelik oneffektief. Soos in Tabel 18 getoon is, is die effektiwiteit van 'n bespuiting met kaliumnitraat slegs 30 tot 40%. Indien die toestande lank genoeg optimaal gehou kan word, is die tyd wat nodig is vir 90-95% effektiwiteit tussen 30 minute en 20 dae (Tabel 62). Die gegewens beklemtoon die belangrikheid dat gespuit moet word wanneer die toestande vir maksimum opname die beste is.

Alhoewel blaarbespuitings meestal meer

Tabel 62. Die kontaktyd wat nodig is vir 'n effektiewe absorpsie van 90 tot 95% van die algemene voedingselemente.

| Bron | Konsentrasie g of ml per 100 liter water | Kontaktyd in ure |
|---------------------------|--|------------------|
| Ureum (46% N) | 1000g | ½ tot 2 |
| Magnesiumnitraat (10% Mg) | 1250ml | 2 tot 5 |
| Kaliumnitraat (38 % K) | 4000g | 10 tot 24 |
| Kalsiumnitraat (17% Ca) | 1000g | 24 tot 48 |
| Sinknitraat (5,5 % Zn) | 150ml | 24 tot 48 |
| MAP (26% P) | 1500g | 120 tot 240 |

Meganismes waardeur voedingstowwe deur die blare opgeneem word

Tans word drie teorieë voorgedra om die meganisme waardeur water en voedingstowwe deur die blare opgeneem word, voorgedra. Hierdie drie meganismes hoef nie mekaar uit te sluit nie en myns insiens is aldie verantwoordelik vir die opname van water en voedingselemente. Hierdie drie meganismes is die volgende.

- **Interfibrilêre openinge**

Die heel buitenste laag selle van die blare vorm die kutikula en bestaan uit kutien en is waterwerend. Deur die kutikula word water en ander stowwe uitgeskei en water en voedingstowwe kan dan ook daardeur die blaar binnedring.

Die volgende laag van epidermisselle bestaan uit sellulose, pektien, hemisellulose en waks. Die struktuur is 'n ineenskakeling van fibrille (drade) wat openinge laat en waterdeurlaatbaar is. Baie interfibrilêre openinge kom in die blare voor. Getalle soos 10^8 per mm^2 (100 000 000) word genoem. In die sluitselle van die stomata kom meer van die openinge voor wat deels 'n rede verskaf

vir die beter opname aan die onderkant van die blare.

Interfibrilêre openinge is egter baie klein, sowat 1,0 nanometer in deursnit. Om die waarde in perspektief te stel moet die deursnit van die ureummolekuul van 0,44 nanometer, daarteenoor gestel word. In Tabel 63 word ook die molekulêre massas van ander verbindings wat wel deur die blare opgeneem word, aangedui. LW die massas en nie die deursnit van die molekuul word ter illustrasie aangegee.

Tabel 63. Die molekulêre massa van 'n aantal verbindings wat wel deur die blare opgeneem word.

| Verbinding | Molekulêre massa | Molekulêre deursnit in nm |
|--------------------|------------------|---------------------------|
| Water | 18 | |
| Kalium | 39 | 0,60 |
| Kalsium | 40 | 0,86 |
| Ureum | 60 | 0,44 |
| Glukose | 180 | |
| Fruktose | 180 | |
| Glifosaat | 169 | |
| Dimiton-S-metiel | 230 | |
| H-EDTA | 292 | |
| Fosetiel-aluminium | 354 | |

Onder die epidermisselle is die plasmalemma wat uit lipo-proteïene bestaan en deurlaatbaar vir water is en dus geen versperring vir water en voedingstowwe wat deur die interfibrilêre openinge gedring het, bied nie.

- **Stomata**

Sitrus het sowat 800 stomata per mm² aan die onderkant en net sowat 40 per mm² aan die bokant van die blare. Die gemiddelde deursnit is 8 mikron maar die opening is met gas gevul wat nie deur water verplaas kan word nie. Tog is daar bewyse dat die opname van voedingstowwe wel deur die stomata kan geskied. Die feit dat kaliumnitraat meer effektief vanaf bespuitings gedurende die nag wanneer die stomata gesluit is, opgeneem word, dui daarop dat die stomata nie die enigste meganisme vir opname deur die blare is nie.

- **Modifikasie van die waslaag**

Daar is aanduidings dat sekere verbindings die waslaag op die blare van plante kan modifiseer om dan wel water en dus opgeloste soute deur te laat. Die modifikasie wat deur ureum en fulviene teweeggebring word, duur egter net vir 'n paar minute na die bespuiting. Die verhoogde opname van kalium wat in Tabel 18 en deur Chamel (1969) verkry is, staaf dié bewering.

Mengbaarheid

Wanneer mengbaarheid ter sprake kom, is daar drie aspekte wat 'n rol speel.

- Chemiese verenigbaarheid

Middels wat met mekaar reageer soos Hoofstuk 25: Blaarbespuitings

koperoksichloried en sink- of magnesiumnitraat is nie mengbaar nie omdat die nitrate wat gewoonlik in 'n suur oplossing is, te veel Cu⁺⁺ in oplossing bring wat dan die blare en vrugte sal brand. Ander voorbeelde is kaliumnitraat en sinknitraat omdat die meeste KNO₃-produkte 'n hoë pH het, sal dit sink laat neerslaan. Onder sekere toestande (pH en konsentrasie) is magnesiumfosfaat swak oplosbaar in water en magnesiumsoute moet dus nie met fosfate gemeng word nie.

Olie en swawelbevattende middels moet nie saam gespuit word nie.

Dursban en boor is nie mengbaar nie.

- Toedieningstyd en -volume.

'n Lokaalbespuiting verg groot druppels en 'n lae volume en sal dus nie by die vereistes vir blaarbespuitings pas nie.

Verder is dit ook belangrik dat die tye waarop die elemente toegedien moet word vir optimale effektiwiteit ook dieselfde moet wees.

- Verminderde effektiwiteit.

In die algemeen sal die effektiwiteit van 'n element afneem hoe meer ander elemente by gevoeg word. Gewoonlik is dit nie 'n faktor indien die koste van bespuitings in aanmerking geneem word nie. Verder is daar chemikalië wat mekaar se effektiwiteit soveel verminder, sonder dat daar enige chemiese reaksie plaasvind, dat hulle nie saam gespuit moet word nie. Een goeie voorbeeld is magnesium- en kaliumnitraat.

Kyk ook na Tabel 79.